تخمین بازار تجهیزات شبکه‌های مخابراتی و OSS در کشور با بکارگیری مدل تقاضای کاب – داگلاس

منصور شیخان[۱]، محمداسماعیل کلانتری[۲]
۱- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، مرکز تحصیلات تکمیلی، گروه مخابرات، msheikhn@azad.ac.ir
۲- استادیار، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی، دانشکده برق، گروه مخابرات، kalantari@eetd.kntu.ac.ir

چکیده

در این مقاله با بکارگیری مدل تقاضای کاب - داگلاس برای سرویس‌های تلفنی ثابت و تلفنی همراه و نیز ارائه تخمین تعداد کاربران شبکه داده در کشور، طرح کلان شبکه‌های ارتباطی پنج‌گانه "تلفنی ثابت"، "تلفنی همراه"، "داده"، "انتقال" و "دسترسی" تا پایان سال ۱۳۹۰ با هدف برآورد میزان هزینه سرمایه‌گذاری لازم برای تأمین تجهیزات مربوط ارائه شده است. علاوه‌بر این، با توجه به اهمیت نقش سیستم‌های پشتیبان عملیات (OSS) در شبکه‌های نسل آتی (NGN)، هزینه سرمایه‌گذاری برای این سیستم‌ها به تفکیک سیستم‌های مدیریت شبکه (NMS) و امور مشتریان و صدور صورت‌حساب (CCBS) تخمین زده شده است. در این راستا، تخمین بازار سیستم‌های مذکور با توجه به معیارهای جهانی و به‌صورت درصدی از بازار تجهیزات مخابراتی ارائه شده است. محاسبات نشانگر هزینه سرمایه‌گذاری لازم به میزان ۷۰/۱۷هزارمیلیارد ریال برای تجهیزات شبکه‌های ارتباطی پنج‌گانه مذکور در فاصله سال‌های ۹۰-۱۳۸۷ می‌باشد. در راستای برآورد هزینه سرمایه‌گذاری برای NMS و CCBS نیز با توجه به سهم جهانی ۹/۸ درصدی OSS در بخش مخابرات از کل بازار تجهیزات مخابراتی، تخمین ۶/۸۸هزارمیلیارد ریال برای سرمایه‌گذاری در OSS در بخش مخابرات حاصل می‌شود. به‌همین ترتیب با توجه به سهم جهانی ۵۸ درصدی بازار NMS از OSS، امکان تعیین میزان سرمایه‌گذاری به تفکیک NMS و CCBS نیز فراهم شده است.

واژه‌های کلیدی

شبکه‌های مخابراتی، بازار تجهیزات، سیستم‌های مدیریت شبکه، سیستم‌های امور مشتریان و صدور صورتحساب.

۱– مقدمه

توسعه سریع فناوری درحوزه شبکه‌های مخابراتی در سالیان اخیر، امکان ارائه گستره وسیعی از سرویس‌ها را به مشترکین خانگی و سازمانی فراهم کرده است. در این راستا "برنامه‌ریزان کلان توسعه"، "ارائه‌دهندگان سرویس‌های مخابراتی" و "سازندگان تجهیزات" از جمله علاقمندان خاص به دانستن تخمین‌های علمی از میزان تقاضا و سرمایه‌گذاری لازم برای تأمین تجهیزات هستند [۶ - ۱]. در این راستا، خطوط مشی کلی توسط اتحادیه بین‌المللی مخابرات (ITU) نیز ارائه شده است که در مورد پیش‌بینی تقاضای سرویس‌های مخابراتی و ترافیک شبکه می‌توان به‌عنوان نمونه به مرجع [۷] و برای راهکار طراحی کلان شبکه‌ها براساس برآورد تقاضا نیز به مرجع [۸] اشاره داشت. از جمله پژوهش‌های انجام‌شده برای تخمین تقاضا و برآورد بازار تجهیزات بخشی از شبکه‌ها یا سرویس‌های مخابراتی در سایر کشورها نیز می‌توان موارد زیر را به‌عنوان نمونه برشمرد:

- تخمین تعداد مشترکین سرویس‌های باند پهن و سرمایه‌گذاری جهانی ارائه‌دهندگان سرویس‌های مخابراتی در فاصله سال‌های ۲۰۰۹ - ۲۰۰۶ [۹]،
- تخمین تقاضای سرویس تلفنی ثابت در کشورهای آسیایی مانند هندوستان، پاکستان، افغانستان، بنگلادش، سری‌لانکا و نپال [۱۰]،
- تخمین بازار شبکه انتقال مخابراتی روسیه [۱۱]،
- تخمین بازار اینترنت، شبکه‌های تلفن اینترنتی (VoIP)، تلویزیون اینترنتی (IP-TV)، شبکه تلفنی همراه و داده در جمهوری چک [۱۲]،
- طرح شبکه مخابرات سلولی در آفریقا براساس تقاضای ظرفیت [۱۳]،
- ملاحظات اقتصادی طرح شبکه‌های تلفنی در آمریکا [۱۴، ۱۵].

از سوی دیگر تاکنون مدل‌هایی چون Bass [۱۸ - ۱۶]، Loglet[1] [۱۹،۲۰]، کاب - داگلاس[2] [۳،۲۱]، و روش‌های یادگیری ماشین مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) و ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM) [۲۲] برای تخمین تقاضای محصولات و سرویس‌ها ارائه شده‌اند. در این مقاله، از مدل کاب- داگلاس برای تخمین تعداد مشترکین شبکه‌های تلفنی استفاده شده است. درضمن با فرض تأمین ارتباط مناسب برای کاربران شخصی و سازمانی شبکه داده [۲۳] و با تکیه بر پژوهش‌های قبلی مؤلفین در ارائهٔ طرح‌های کلان توسعهٔ شبکه‌های "تلفنی ثابت" [۲۴]، " تلفنی همراه" [۲۵] و "داده" [۲۶] در کشور، چند کار جدید در این مقاله انجام شده است:

- ارائه طرح کلان با هدف برآورد تجهیزات شبکه‌های دسترسی و انتقال،
- تجدید نتایج طراحی شبکه‌های تلفنی و داده [۲۶-۲۴] با توجه به تخمین تعداد مشترکین تا پایان سال ۱۳۹۰،
- ارائه تخمین بازار سیستم‌های پشتیبان عملیات (OSS) تا پایان سال ۱۳۹۰ با توجه به برآورد بازار کلی تجهیزات شبکه‌های مخابراتی.

از سوی دیگر، از آنجا که سیستم‌های مدیریت شبکه‌های مخابراتی (NMS) و امور مشتریان و صدور صورتحساب (CCBS) نقش مهمی را به‌عنوان اجزای اصلی OSS در پیکربندی[3] ، نظارت، آزمون، تحلیل، ارزیابی و کنترل "سرویس‌ها"، "شبکه‌ها" و "عناصر شبکه" ایفا می‌کنند، در این مقاله، برآورد هزینه سرمایه‌گذاری لازم برای تأمین ملزومات سیستم‌های مذکور ارائه خواهد شد.

ساختار این مقاله نیز بدین‌ترتیب است که در بخش دوم مقاله، مبانی مدل کاب - داگلاس بیان و تخمین تعداد مشترکین شبکه‌های تلفنی ثابت و همراه به‌کمک این مدل در بخش سوم به‌دست خواهد آمد. در بخش چهارم نیز تخمینی از تعداد مشترکین شخصی و سازمانی شبکه داده ارائه خواهد شد. در بخش پنجم هزینه سرمایه‌گذاری برای تجهیزات شبکه‌های "تلفنی ثابت"، "تلفنی همراه"، "داده"، "انتقال" و "دسترسی" باتوجه به طراحی کلان آنها در فاصله سال‌های ۹۰-۱۳۸۷ برآورد خواهد شد. در بخش ششم مقاله نیز تخمین هزینه سرمایه‌گذاری لازم برای NMS و CCBS ارائه می‌شود. درنهایت، در بخش هفتم نیز نتیجه‌گیری مطرح خواهد شد.

۲– مبانی مدل کاب – داگلاس

در بسیاری از رویکردها، مسأله پیش‌بینی شامل تخمین پارامترهای مجهول مدل مناسب سری-زمانی است و هنگامی‌که این پارامترها تخمین زده شدند، مقادیر آینده را می‌توان پیش‌بینی کرد [۲۷]. در این راستا، روش‌هایی چون رگرسیون، هموارسازی نمایی (ES)، هموارسازی وفقی (AS) و مدل‌های باکس-جنکینز[4] از معروف‌ترین روش‌ها برای یافتن پارامترهای مذکور محسوب می‌شوند.

از نمونه مدل‌های تخمین که به‌صورت گسترده‌ای در مباحث اقتصادی برای بازنمایی ارتباط بین یک خروجی و چندین ورودی بکار گرفته شده، مدل کاب- داگلاس است که برای تخمین تقاضای یک سرویس از دو متغیر"درآمد مشترک سرویس" و "هزینه سرویس" استفاده می‌کند. از نمونه کاربردهای این مدل می‌توان تخمین خروجی تولید یک محصول را با توجه به نیروی کار درگیر و حجم سرمایه‌گذاری عنوان کرد [۲۸].

در این مدل، اگر Y_t و P_t به‌ترتیب درآمد و هزینه سرویس در زمان t باشند، مدل کاب - داگلاس برای تقاضای این محصول در زمان t چنین تعریف می‌شود:

$$Q_t = A Y_t^{\alpha} P_t^{\beta}; t = 1, 2, ..., T \quad (۱)$$

که در آن Q_t تعداد تقاضا در زمان t و T نیز تعداد مشاهدات در دسترس است. α، β و A نیز پارامترهای این مدل هستند. با گرفتن لگاریتم از طرفین رابطه (۱) و فرض $\ln Q_t = q_t$، $\ln A = a$، $\ln Y_t = y_t$ و $\ln P_t = p_t$ و افزودن خطای تصادفی U_t می‌توان نوشت:

$$q_t = a + \alpha y_t + \beta p_t + U_t \quad (۲)$$

پارامترهای a، α و β را با روش کمترین مربعات (OLS) به‌گونه‌ای تخمین می‌زنند که رابطه (۳) کمینه شود.

$$\phi(a,\alpha,\beta)=\sum_{t=1}^{T}U_t^2=\sum_{t=1}^{T}[q_t-a-\alpha y_t-\beta p_t]^2 \qquad (۳)$$

برای رسیدن به این منظور، با گرفتن مشتق نسبت به پارامترهای مذکور و مساوی صفر قراردادن آن، پس از ساده‌سازی، دستگاه معادلات ارائه شده در رابطه (۴) حاصل می‌شود.

$$\begin{cases} Ta+(\sum_{t=1}^{T}y_t)\alpha+(\sum_{t=1}^{T}p_t)\beta=\sum_{t=1}^{T}q_t \\ (\sum_{t=1}^{T}y_t)a+(\sum_{t=1}^{T}y_t^2)\alpha+(\sum_{t=1}^{T}p_t y_t)\beta=\sum_{t=1}^{T}q_t y_t \\ (\sum_{t=1}^{T}p_t)a+(\sum_{t=1}^{T}p_t y_t)\alpha+(\sum_{t=1}^{T}p_t^2)\beta=\sum_{t=1}^{T}p_t q_t \end{cases} \qquad (۴)$$

البته لازم به ذکر است که عوامل دیگری مانند فناوری بکارگرفته‌شده در موضوع، تصمیم‌گیری‌های سیاسی و تغییر رفتار متقاضیان می‌توانند بر عملکرد اقتصادی تأثیر گذاشته و نتایج پیش‌بینی را تغییر دهند [۲۹]، که این خود از محدودیت‌های این مدل محسوب می‌شود. شایان ذکر است که در این مقاله تأثیر عوامل مذکور، با توجه به ساختار فنی مقاله، درنظر گرفته نشده است.

۳– تخمین تعداد مشترکین شبکه‌های تلفنی

در این بخش با بکارگیری مدل کاب - داگلاس، تعداد مشترکین شبکه‌های تلفنی ثابت و همراه برآورد می‌شود.

در این راستا، برای تخمین تعداد مشترکین شبکه تلفنی ثابت، اطلاعات درآمد سالانه خانوار و هزینه سرویس در سال‌های قبل (۸۶ - ۱۳۷۷) در قالب جدول (۱) بکار گرفته شده است [۳۱، ۳۰]. لازم به ذکر است که میانگین وزن‌دار درآمد خانوارهای شهری و روستایی به‌عنوان درآمد خانوار در جدول (۱) آورده شده است.

بدین‌ترتیب با استفاده از اطلاعات جدول (۱) و گرفتن لگاریتم از مقادیر Pt، Yt و Qt، مقادیر pt، yt و qt تعیین می‌شوند. با اعمال این مقادیر به رابطه (۴) و با توجه به اینکه سری زمانی ۱۰ عضو دارد (T=10)، ضرایب ثابت عبارات سمت چپ دستگاه معادلات مذکور، که a، α و β مقادیر مجهول آن هستند، را می‌توان در قالب ماتریس ارائه‌شده در رابطه (۵)، WF، نوشت:

$$W_F=\begin{bmatrix}10.00 & 34.14 & 39.85\\ 34.14 & 119.33 & 136.78\\ 39.85 & 136.78 & 158.98\end{bmatrix} \qquad (۵)$$

بردار پارامترهای مدل نیز به‌صورت زیر تخمین زده شده و بدست می‌آیند:

$$X_F=\begin{bmatrix}a\\ \alpha\\ \beta\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}-10.56\\ -0.93\\ 5.30\end{bmatrix} \qquad (۶)$$

بر این اساس، پیش‌بینی مدل کاب - داگلاس از تعداد مشترکین سرویس تلفنی ثابت در فاصله سال‌های ۹۰ - ۱۳۸۷ به‌صورت ارائه شده در جدول (۲) بدست خواهد آمد.

جدول ۱- اطلاعات درآمد مشترکین و هزینه سرویس تلفنی ثابت در سال‌های ۸۶ – ۱۳۷۷

سال	افزایش Q_t (هزار مشترک)	درآمد سالانه خانوار (Y_t) (میلیون ریال)	هزینه سرویس (P_t) (ریال به‌ازای هر پالس)
۱۳۷۷	۸۵۲	۱۳/۰۹	۴۱/۱
۱۳۷۸	۱۰۱۶	۱۶/۰۹	۴۵/۸
۱۳۷۹	۱۱۱۵	۱۹/۱۲	۴۸/۵
۱۳۸۰	۱۴۱۰	۲۲/۱۵	۴۷/۹
۱۳۸۱	۲۰۳۸	۲۸/۲۷	۵۴/۶
۱۳۸۲	۲۱۱۶	۳۴/۰۵	۵۶/۳
۱۳۸۳	۲۴۵۷	۴۰/۷۵	۵۹/۱
۱۳۸۴	۲۵۰۲	۴۹/۲۴	۶۰/۹
۱۳۸۵	۲۲۷۲	۵۷/۱۹	۶۳/۳
۱۳۸۶	۱۳۴۶	۶۷/۷۵	۶۵/۸

جدول ۲- پیش‌بینی مدل کاب - داگلاس از افزایش تعداد مشترکین سرویس تلفنی ثابت در سال‌های ۹۰ – ۱۳۸۷

سال	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
میزان افزایش (هزار مشترک)	۲۸۶۰	۳۲۳۳	۳۶۵۰	۴۱۱۵

بدین‌ترتیب پیش‌بینی می‌شود که تا پایان سال ۱۳۹۰، تعداد مشترکین سرویس تلفنی ثابت در کشور به ۳۷/۸ میلیون مشترک برسد و با توجه به تخمین جمعیت ۷۶/۳۲میلیونی در پایان سال ۱۳۹۰، [۳۰]، ضریب نفوذ ۴۹/۶ درصد برای تلفن ثابت کشور در پایان سال ۱۳۹۰ پیش‌بینی می‌شود.

به‌صورت مشابه، برای تخمین تعداد مشترکین شبکه تلفنی همراه نیز اطلاعات مربوط در سال‌های قبل (۸۶ - ۱۳۷۶) در قالب جدول (۳) بکار گرفته شده است.

در ارتباط با داده‌های این جدول نیز نکات قابل ذکر اینکه اولاً به‌دلیل نامتناسب بودن میـــزان واگذاری به‌صورت مقطعی در سال ۱۳۸۱ در کشور (کـــه تنها ۱۹۱/۷۹هزار شماره واگذار شد)، از عدد مربـــوط در برنامه شرکت مخابرات ایران جهت واگذاری استفاده شده است، ثانیاً میانگین تعرفه مکالمات "همراه به همراه" و "همراه به ثابت و به‌عکس" به‌عنوان هزینه سرویس درنظر گرفته شده و از سایر هزینه‌ها صرف‌نظر شده است. درضمن، با توجه به اینکه اکثر

مشترکین تلفن همراه را در دهه گذشته، خانوارهای شهری تشکیل داده‌اند، لذا درآمد سالانه خانوارهای شهری به‌عنوان Yt در جدول (۳) درنظر گرفته شده است.

جدول ۳- اطلاعات درآمد مشترکین و هزینه سرویس تلفنی همراه در سال‌های ۸۶-۱۳۷۶

سال	افزایش Q_t (هزار مشترک)	درآمد سالانه خانوار (Y_t) (میلیون ریال)	هزینه سرویس (P_t) (ریال در دقیقه)
۱۳۷۶	۱۷۹	۱۲/۱۲	۲۰۳/۵
۱۳۷۷	۱۵۱	۱۵/۱۵	۲۲۵/۰
۱۳۷۸	۱۰۱	۱۸/۵۷	۲۸۸/۰
۱۳۷۹	۴۷۲	۲۲/۳۹	۳۱۷/۱
۱۳۸۰	۱۱۲۵	۲۵/۸۳	۳۲۳/۹
۱۳۸۱	۹۶۸	۳۳/۱۱	۳۴۸/۳
۱۳۸۲	۱۱۷۱	۳۹/۲۰	۳۹۰/۹
۱۳۸۳	۱۶۲۵	۴۷/۲۷	۴۱۰/۵
۱۳۸۴	۳۴۳۵	۵۷/۱۴	۴۳۱/۰
۱۳۸۵	۶۸۷۴	۶۵/۵۱	۴۵۲/۶
۱۳۸۶	۹۱۲۵	۷۷/۱۲	۴۷۵/۲

بر این اساس، پیش‌بینی مدل کاب- داگلاس از تعداد مشترکین سرویس تلفنی همراه در فاصلهٔ سال‌های ۹۰-۱۳۸۷ به‌صورت ارائه‌شده در جدول (۴) بدست خواهد آمد.

جدول ۴- پیش‌بینی مدل کاب - داگلاس از افزایش تعداد مشترکین سرویس تلفنی همراه در سال‌های ۹۰ - ۱۳۸۷

سال	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
میزان افزایش (هزار مشترک)	۸۵۱۰	۱۰۴۹۰	۱۲۷۱۳	۱۵۱۸۵

بدین‌ترتیب، طبق پیش‌بینی مدل کاب - داگلاس تا پایان سال ۱۳۹۰، تعداد مشترکین سرویس تلفنی همراه در کشور به ۷۱/۴ میلیون مشترک رسیده و بدین‌ترتیب ضریب نفوذ نیز در آن زمان بالغ بر۹۳درصد خواهد شد. البته باتوجه به گسترش فعالیت اپراتورهای خصوصی و نیز ارزان‌بودن هزینه اشتراک، این روال صعودی دور از انتظار نیست.

۴- تخمین تعداد مشترکین شبکه داده

در دهه گذشته، فراهم نبودن زیرساخت مناسب برای شبکه داده با پوشش سراسری در کشور از یک‌سو و بالابودن هزینه اشتراک خطوط داده با سرعت مناسب از سوی دیگر، موجب شد که تعداد کاربران شبکه داده درکشور قابل توجه نباشد. این درحالی است که با توجه به توسعه فناوری‌های ارتباط باندپهن و کاهش هزینه سرویس، انتظار می‌رود که در سال‌های آتی سرویس‌های داده در کشور، تعداد مشترکین شخصی و سازمانی قابل توجهی پیدا نمایند.

بر این اساس، برای پیش‌بینی تعداد کاربران شبکهٔ داده در کشور از مدل‌های مورد استفاده برای سرویس‌های پایه تلفنی (مانند مدل کاب - داگلاس، که اطلاعات چندین سال قبل آنها نیز موجود بود) نمی‌توان استفاده کرد. در این راستا، براساس اطلاعات مرجع [۳۲]، ضریب نفوذ کاربران اینترنت در پایان سال ۱۳۸۸، سی‌درصد برآورد می‌شود که با توجه به نرخ رشد سالیانه ترکیبی (CAGR) معادل ۷/۲٪ برای تعداد شش گروه عمده بالقوه برای کاربران شخصی (اعضای هیئت‌علمی دانشگاه‌ها، دانشجویان، دانش‌آموزان مقاطع متوسطه و پیش‌دانشگاهی، معلمین، شاغلین و بیکاران دارای تحصیلات دانشگاهی) در سال‌های ۸۶ - ۱۳۸۴، پیش‌بینی می‌شود که ضریب نفوذ اینترنت در پایان سال ۱۳۹۰ به ۳۴/۵٪ برسد. بدین‌ترتیب تعداد کاربران اینترنت در پایان سال ۱۳۹۰، بالغ بر۲۶/۳میلیون کاربر برآورد می‌شود. همچنین براساس تجدید تخمین ارائه‌شده در [۲۳]، تعداد کاربران سازمانی از مجموعه وزارتخانه‌ها و ادارات مربوط و نیز گروه‌هایی چون "مراکز آموزشی، صنعتی، تعاونی و خدماتی، مالی، تأسیسات اقامتی، قضایی، بهزیستی، بهداشتی و فرهنگی" تا پایان سال ۱۳۹۰، بالغ بر۲۴۰هزار سازمان خواهد بود.

۵- برآورد هزینه سرمایه‌گذاری برای تجهیزات شبکه مخابراتی

در این بخش، با توجه به نتایج بخش‌های ۳ و ۴ و در جریان ارائه طرح برای توسعه شبکه‌های "تلفنی ثابت"، "تلفنی همراه"، "داده"، "انتقال" و "دسترسی"، برآورد میزان هزینه سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیز این شبکه‌ها ارائه خواهد شد. در این مورد لازم به ذکر است که محاسبات و شبیه‌سازی‌های مربوط به طراحی و برآورد تجهیزات مورد نیاز و هزینه سرمایه‌گذاری مربوط به شبکه‌های تلفنی (که در مراجع [۲۴] و [۲۵] براساس بکارگیری مدل کاب- داگلاس و تخمین تعداد کاربران شبکه‌ها تا پایان سال ۱۳۸۷ ارائه شده بود)، در این بخش تا پایان سال ۱۳۹۰ مجدداً انجام شده است.

درضمن طرح کلان شبکهٔ داده و برآورد تجهیزات مربوط (که در مرجع [۲۶] تا پایان سال ۱۳۸۷ ارائه شده بود)، در این مقاله تا پایان سال ۱۳۹۰ انجام گرفته است. طرح کلان شبکه‌های انتقال و دسترسی با هدف برآورد تجهیزات مورد نیاز نیز در این بخش ارائه خواهد شد.

۵–۱– شبکه تلفنی ثابت

به‌طور کلی تعداد پورت مورد نیاز، که مبنای برآورد میزان سرمایه‌گذاری لازم برای احداث شبکه تلفنی ثابت است، متشکل از دو بخش "خطوط مشترکین"۵ و"کانال‌های ارتباط بین‌شهری"۶ است. با توجه به اطلاعات جدول (۲)، میزان افزایش تعداد خطوط مشترکین در فاصله سال‌های ۹۰-۱۳۸۷، ۱۳/۸۶میلیون خط برآورد می‌شود.

در راستای ارائه طرح کلی توسعه شبکه، در برآورد تعداد ترانک خروجی مراکز از نظریه اقتصاد مقیاس۷ (که براساس آن میانگین ترافیک بین‌شهری تولیدشده، تابع ظرفیت مرکز و چگالی مشترکین است) و فرمول ارلانگ B بهره گرفته و فرض شده که ۹۰٪ ترافیک ورودی به مراکز PC به‌صورت مستقیم و ۱۰٪ آن به‌صورت غیرمستقیم و از طریق مراکز SC مسیریابی شود. ضریب انسداد۸ نیز برای مسیرهای مستقیم ۵٪ و برای مسیرهای غیرمستقیم ۱٪ درنظر گرفته شده است. درضمن با توجه به آمار رفتار ترافیکی مشترکین تلفن همراه، حدود ۷۰٪ ترافیک مشترکین شبکه تلفنی همراه در هر مرکز سوئیچ همراه (MSC) مربوط به ارتباط این مشترکین با شبکه تلفنی ثابت و به‌عکس درنظر گرفته شده است. لذا باید ترانک‌های مربوط در مراکز SC / PC و مراکز ترانزیت شهری پیش‌بینی شود.

برای برآورد تعداد این ترانک‌ها، آمار مشترکین تلفن همراه در بازه سال‌های ۹۰-۱۳۸۷ برای MSCهای مختلف تخمین زده شده و سپس با فرض میانگین ترافیک ۳۳ میلی‌ارلانگ برای هر مشترک، ترافیک کلی خروجی هر مرکز محاسبه شده است.

بدین‌ترتیب نتایج برآورد تعداد پورت مورد نیاز درشبکه تلفنی ثابت به‌صورت زیر قابل خلاصه‌سازی است:

– مجموع تعداد خطوط مشترکین و تعداد ترانک مراکز محلی: ۱۶/۶۳ میلیون

– تعداد ترانک‌های مورد نیاز ارتباط بین‌شهری مشترکین تلفن ثابت: ۲/۸۶میلیون

– تعداد ترانک‌های مورد نیاز برای ارتباط بین شبکه تلفنی ثابت و شبکه تلفنی همراه: ۰/۳۷ میلیون

– تعداد ترانک لینک‌های سیگنالینگ: ۴۶/۳ هزار

به این ترتیب تعداد پورت مورد نیاز بالغ بر ۱۹/۹۱میلیون پورت خواهد بود.

البته برای تجهیز شبکه تلفنی ثابت، علاوه‌بر سوئیچ‌ها به تجهیزات دیگری چون DDF، MDF ،OAM و تغذیه نیز نیاز است. از لحاظ برآورد میزان سرمایه‌گذاری نیز، هزینه میانگین "تأسیس" و یا "توسعه" در مراکز شهری برای هر پورت به‌ترتیب به‌میزان ۲۳۸/۰هزار ریال و ۱۹۰/۴هزار ریال و نیز میانگین هزینه "تأسیس" و یا "توسعه" در مراکز ترانزیت بین‌شهری برای هر پورت به‌ترتیب به‌میزان ۱۶۶/۰هزار ریال و ۱۳۲/۸ هزار ریال در فاصله سال‌های ۸۶–۱۳۸۵ مد نظر قرار گرفته است [۳۳]. به‌همین ترتیب با توجه به طرح توسعه ارائه‌شده در مرجع [۲۴]، توزیع تأسیس / توسعه در مراکز "شهری" و "ترانزیت بین‌شهری" به‌ترتیب به‌میزان ۲۹/۸٪ و ۲۸/۷٪ برای تأسیس و بقیه در قالب توسعه مراکز مذکور خواهند بود.

همچنین نسبت توزیع هزینه‌ها بین تجهیزات اصلی سوئیچ و سایر تجهیزات (مانند تجهیزات یدکی سوئیچ، DDF، MDF، OAM، آزمونگر، کابل و تغذیه) در شرایط تأسیس و توسعه مراکز شهری به‌ترتیب ۷۰/۴٪ و ۶۰/۴٪ برای تجهیزات اصلی است. میانگین این توزیع در مراکز بین‌شهری نیز به‌میزان ۸۱/۷ درصد برای تجهیزات اصلی سوئیچ و بقیه مربوط به سایر تجهیزات است [۳۳]. نتایج مربوط به برآورد هزینه سرمایه‌گذاری لازم در این شبکه در جدول (۵) آورده شده است.

۵–۲– شبکه تلفنی همراه

با توجه به اطلاعات جدول (۴)، میزان افزایش تعداد مشترکین شبکه تلفنی همراه نیز در فاصله سال‌های ۹۰ – ۱۳۸۷ قریب به ۴۶/۹۰ میلیون مشترک خواهد بود. در راستای ارائه طرح توسعه نیز یادآور می‌شویم که این شبکه، از دو بخش BSS و NSS تشکیل شده است.

در طرح بخش BSS، ابتدا توزیع مشترکین در استان‌ها و شهرهای کشور انجام شده است (براساس توزیع آنها در سال ۱۳۸۶). با هدف مشخص‌کردن تعداد و پیکربندی BTSها نیز فرض شده است که میزان ترافیک هر مشترک، ۳۳ میلی ارلانگ بوده و میزان انسداد، ۲٪ باشد و ۲۵٪ ترافیک هر شهر نیز جهت مشترکین مهمان منظور شده است. در بخش BSS، شاهد تنوع BTSها از لحاظ تعداد TRX (از ۱+۱+۱ تا ۶+۶+۶) و نیز MicroBTS هستیم. برای برآورد تعداد TRX مورد نیاز، ابتدا ترافیک حمل‌شده توسط هر یک از ترکیب‌های مذکور با بکارگیری فرمول ارلانگ B و ضریب انسداد مذکور محاسبه شده است (جدول (۶)).

جدول ۵- برآورد هزینه سرمایه‌گذاری در شبکه سوئیچینگ تلفنی ثابت کشور در بازه سال‌های۹۰ - ۱۳۸۷

نوع پورت	میزان تأسیس (میلیون پورت)	میزان توسعه (میلیون پورت)	هزینه پورت در شرایط تأسیس مراکز (میلیارد ریال)	هزینه پورت در شرایط توسعهٔ مراکز (میلیارد ریال)	مجموع هزینه پورت (میلیارد ریال)
خط مشترکین	۴/۱۳	۹/۷۳	۱۳۹۶	۳۰۶۸	۴۴۶۴
ترانک	۱/۷۴	۴/۳۱	۳۵۳	۷۰۰	۱۰۵۳
مجموع	**۵/۸۷**	**۱۴/۰۴**	**۱۷۴۹**	**۳۷۶۸**	**۵۵۱۷**

جدول۶- ترافیک حمل‌شده در پیکربندی‌های مختلف برای BTS

پیکربندی BTS (تعداد TRX)		ترافیک حمل‌شده (ارلانگ)
۱+۱+۱		۱۰/۸
۲+۲+۲		۲۹/۴
۳+۳+۳		۴۹/۸
۴+۴+۴		۷۱/۱
۵+۵+۵		۹۳/۰
۶+۶+۶		۱۱۵/۲
Micro-BTS	۱	۳/۶
	۲	۹/۸

با توجه به آمار BTSهای مورد استفاده در شبکه، میانگین ترافیک هر TRX معادل ۵/۹ ارلانگ و لذا تعداد TRX مورد نیاز برای پوشش ۴۶/۹۰ میلیون مشترک، ۲۶۲/۳ هزار برآورد می‌شود (البته به این تعداد باید حدود هزار TRX برای تکمیل پوشش جاده‌ای به‌میزان ۳۲ هزارکیلومتر را نیز اضافه کرد). وظیفه کنترل BTSها نیز با BSC است.

BSCها نیز ترکیب‌های مختلفی دارند که برحسب تعداد TRX تحت کنترل (۳۵۰، ۶۰۰، ۷۰۰، ۱۰۲۰و ...) مشخص می‌شوند. اتصال BTSها به BSCها نیز معمولاً از طریق سیستم‌های رادیویی یا HDSL انجام می‌شود. هر BTS نیز به مجموعه‌ای از تجهیزات جانبی مانند دکل، فیدر، منبع تغذیه و تهویه نیاز دارد.

از آنجا که بیش از۸۰درصد BTSهای موجود در شبکه از نوع ۴+۴+۴ است، لذا هزینه هر TRX از این نوع را به‌عنوان پایه محاسبات درنظر گرفته و با احتساب میانگین هزینه بخشBSC به‌ازای هر TRX، برآورد ۷/۸۷ هزار دلار به‌ازای هر TRX حاصل می‌شود [۳۳]. لذا میزان سرمایه‌گذاری برای اقلام اصلی بخشBSS بالغ بر ۲۰۷۶ میلیون دلار برآورد می‌شود.

از آنجا که میانگین هزینه لینک ارتباطی بین BTS و BSC نیز ۱۵هزار دلار، هزینه دکل و منبع تغذیه هم به‌ازای هر ایستگاه BTS، هرکدام ۶ هزار دلار و هزینه آنتن و فیدر هر BTS نیز به‌ترتیب۱/۵۰ و ۱/۶۸ هزار دلار است [۳۳]، به برآورد کلی ۶۶۲ میلیون دلار برای هزینه اتصال BTSها به BSCها و تجهیزات جانبی مربوط می‌رسیم. بدین‌ترتیب میزان کل سرمایه‌گذاری مورد نیاز در بازه سال‌های ۹۰ – ۱۳۸۷ در بخش BSS، بالغ بر ۲۷۳۸ میلیون دلار خواهد بود.

فرآیند کلی طراحی بکارگرفته‌شده در این مقاله برای بخش NSS شبکه تلفنی همراه نیز در شکل (۱) آورده شده است. در راستای برآورد هزینه در این بخش نیز باید "تجهیزات سوئیچینگ MSC/VLR، TSC سیگنالینگ و HLR مربوط"، "تجهیزات سرویس‌های پشتیبان نظیر SMS/VMS و IN" و "تجهیزات جانبی مراکز نظیر تغذیه و تهویه" را مد نظر قرار داد. میزان سرمایه‌گذاری به‌ازای هر مشترک در فاصلهٔ سال‌های ۸۶ – ۱۳۸۵ در سه دسته تجهیزات مذکور به‌ترتیب ۲۶/۵ دلار، ۵/۰ دلار و ۷۶/۵ هزار ریال بوده است [۳۳]، لذا میزان سرمایه‌گذاری لازم در بخش NSS در بازه زمانی برنامه معادل ۱۸۳۶ میلیون دلار برآورد می‌شود (با فرض برابری هر دلار با ده‌هزار ریال).

بدن‌ترتیب مجموع هزینه سرمایه‌گذاری در بخش‌های BSS و NSS در فاصلهٔ سال‌های ۹۰ – ۱۳۸۷، بالغ بر ۴۵۷۴۰ میلیارد ریال برآورد می‌شود.

۵–۳– شبکه داده

در شبکه‌های نسل آتی (NGN)، ارائه سرویس‌های صوتی (براساس ارسال بسته‌ای/ VoP)، شنیداری (مانند AoD)، دیداری (مانند تلفن تصویری، پخش تلویزیونی و VoD)، چندرسانه‌ای، داده (مانند SMS و WWW) و حامل (مانند VPN و BoD)، علاوه‌بر سرویس‌های سنتی موجود درنظر گرفته شده است [۳۴].

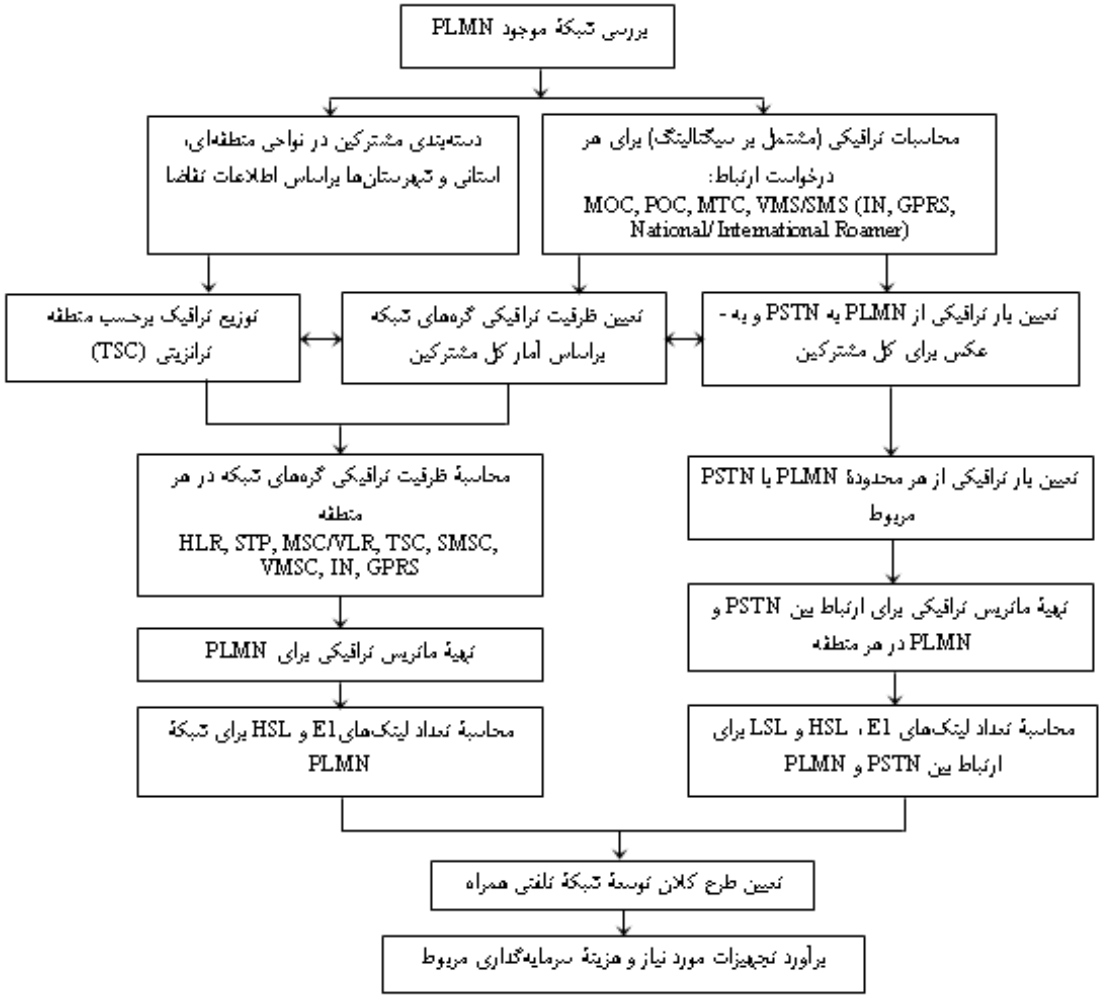
در این راستا، در این قسمت با هدف تأمین ارتباط مناسب برای کاربران سرویس‌های نسل آتی، برآورد تجهیزات سخت‌افزاری و ابزار

نرم‌افزاری مورد نیاز شبکه داده در بازه سال‌های ۹۰-۱۳۸۷ ارائه می‌شود.

براساس اطلاعات بخش چهارم، ضریب نفوذ اینترنت در پایان سال ۱۳۹۰، ۳۴/۵درصد خواهد بود. بر این اساس با توجه به اطلاعات مراجع [۳۰،۳۵،۳۶]، تعداد خانوارها و کاربران شبکه داده و نیز ضریب نفوذ در هر یک از استان‌ها در پایان سال ۱۳۹۰ برآورد شده است. در جدول (۷)، نمونه‌ای از این برآورد برای ۸ استان، که بیشترین تعداد کاربران اینترنت را در کشور دارند، ارائه شده است.

در تخمین پهنای باند مورد نیاز، نرخ بیت تخصیص‌یافته برای کاربران شخصی با ارتباط Dial-up، ۸ kbps و برای ۵٪ از کاربران شخصی در هشت شهر بزرگ کشور (تبریز، اصفهان، تهران، کرج، مشهد، اهواز، شیراز و قم) نیز ارتباط باندپهن (با نرخ ۱Mbps) درنظر گرفته شده است.

کاربران سازمانی در کشور نیز در قالب دو دسته، یکی از "گروه مراکز آموزشی، صنعتی، تعاونی و خدماتی، مالی، تأسیسات اقامتی، قضایی، بهزیستی، بهداشتی و فرهنگی" و دیگری "وزارتخانه‌ها و ادارات مربوط و سایر نهادهای سنتی کاربر" درنظر گرفته شده‌اند. از تجدید تخمین تعداد کاربران سازمانی مذکور در مرجع [۲۳] نیز برای تخمین پهنای باند در طراحی شبکه استفاده شده است.



شکل ۱- فرآیند طراحی بخش NSS شبکهٔ تلفنی همراه با هدف برآورد هزینه سرمایه‌گذاری مربوط

جدول۷- تخمین تعداد کاربران و ضریب نفوذ شبکه داده کشور تا پایان سال ۱۳۹۰

استان	تخمین تعداد کاربران داده (هزار)	تخمین تعداد خانه‌های شهری متصل به شبکه (هزار)	تخمین ضریب نفوذ (درصد)
آذربایجان‌شرقی	۱۱۰۷	۳۰۲	۳۰/۰
آذربایجان‌غربی	۷۸۰	۱۸۳	۲۵/۳
اصفهان	۲۱۴۲	۴۵۴	۴۴/۷
تهران	۸۱۶۶	۱۴۳۶	۶۲/۸
خراسان(رضوی، شمالی و جنوبی)	۲۰۷۷	۴۹۴	۳۱/۶
خوزستان	۱۱۹۲	۲۸۷	۲۳/۶
فارس	۱۸۷۷	۳۰۳	۴۱/۱
کرمان	۷۲۳	۱۴۳	۲۹/۳
مجموع ۳۰ استان	**۲۵۰۱۳**	**۵۳۷۹**	**۳۴/۵**

در این راستا، برای کاربران سازمانی ارتباط IP و VPN با نرخ بیت‌های متناسب با سرویس غالب[9] درخواستی آنها منظور شده است. بدین‌ترتیب که برای ارتباط IP نرخ بیت ۲۰۴۸*N-۶۴ کیلو بیت برثانیه و برای VPN نرخ بیت ۵۱۲-۶۴کیلو بیت برثانیه درنظر گرفته شده است [۲۶].

از آنجا که برای طرح همبندی[10] شبکه داده در فاصله سال‌های ۹۰-۱۳۸۷ باید ساختار کنونی و نقاط دروازه[11] فعلی را نیز تا حدی درنظر داشت، لذا بر اساس مکان مراکز بین‌شهری PC و همچنین شهرهای دارای موقعیت ویژه ترافیکی (که می‌بایست یک مسیریاب[12] در آنها قرار گیرد)، در این طراحی، یازده شهر که دارای ترافیک بالایی هستند، به‌عنوان گره در لایه هسته[13] شبکه درنظر گرفته شده‌اند [۲۶، ۳۷، ۳۸]. در سطح لایه توزیع[14] نیز شبکه به یازده ناحیه تقسیم شده، که هر یک از این نواحی دارای رینگ‌های متعددی هستند. ظرفیت این رینگ‌ها نیز از مجموع ترافیک شهرهایی که روی آن هستند، بدست می‌آید. پهنای باند روز و شب تمامی کاربران در هر مرکز، براساس روابط (۷) و (۸)، محاسبه و مقدار "بیشتر" برای تعیین ظرفیت درگاه‌های[15] خروجی هر مسیریاب بکار گرفته شده است. در این مورد، اگر کل پهنای باند کاربران شخصی و سازمانی را به‌ترتیب BW(R) و BW(E) بنامیم، آنگاه پهنای باند روز و شب در قالب روابط (۷) و (۸) در محاسبات پهنای باند وارد شده‌اند:

$$BW(day)=[0.25*BW(R)]+BW(E) \quad (۷)$$

$$BW(night)=BW(R)+[0.1*BW(E)] \quad (۸)$$

بر این اساس، نتایج محاسبات پهنای باند در جدول (۸) آورده شده است (به‌عنوان نمونه برای برخی از استان‌های مذکور درجدول ۷).

براساس گزارش ترافیک‌سنجی شرکت فناوری اطلاعات، میانگین ترافیک خروجی از هر مسیریاب به‌سمت لایه هسته، به‌صورت ۹۰٪ از ترافیک IP و ۷۰٪ از ترافیک VPN بوده و بقیه ترافیک نیز در خود هر مرکز و روی رینگ مربوط قرار خواهد گرفت. بر این اساس، محاسبات مربوط به ترافیک خروجی مسیریاب‌های واقع در مراکز PC نیز در سطح کشور انجام شده، که به‌عنوان نمونه نتایج مربوط به استان کهگیلویه و بویراحمد در جدول (۹) آورده شده است.

برای محاسبه ترافیک IP و VPN بین نواحی متفاوت نیز از ماتریس میل ترافیکی (با توجه به آمار میانگین ترافیک بین نواحی در سال‌های ۸۶ - ۱۳۸۵ که به‌وسیله شرکت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات زیرساخت ارائه شده [۲۶])، استفاده شده است. پهنای باند مورد نیاز بین‌الملل اینترنت نیز در کشور، برای گذر از دسته کشورهای "با درآمد کمتر از متوسط"، با سرانه درآمد ناخالص ملی (GNI) بین ۷۵۵ تا ۲۹۹۵ دلار، به دسته کشورهای "با درآمد بالاتر از متوسط"، با GNI بین ۲۹۹۵ تا ۹۲۶۵ دلار (دسته‌بندی ITU [۳۹])، به‌میزان ۱۴ Gbps درنظر گرفته شده است. بر این اساس، ظرفیت لینک‌ها در نواحی یازده‌گانه نیز از نوع STMn برآورد شده است. شکل (۲) همبندی پیشنهادی در سطح لایه هسته شبکه را نشان می‌دهد. در شکل (۳) نیز، به‌عنوان نمونه، همبندی پیشنهادی

در ناحیه ۵ از لایه توزیع (شامل استان‌های یزد، کرمان و هرمزگـان) نشان داده شده است.

در ادامه این بخش، تجهیزات سخت‌افزاری و ملزومات نرم‌افزاری مورد نیاز شبکه داده تا پایان سال ۱۳۹۰، برآورد و با توجه به قیمت متعارف تجهیزات و ملزومات مذکور، هزینه سرمایه‌ای مربوط تعیین خواهد شد. بر این اساس در جدول (۱۰) اطلاعات تعداد درگاه‌های مورد نیاز مسیریاب‌ها از انواع واسط‌ها، برای استان‌های مذکور در جدول (۷)، به‌عنوان نمونه، ارائه شده است. بدین‌ترتیب تعداد کل مسیریاب‌های مورد نیاز در سطح لایه‌های هسته و توزیع نیز به‌ترتیب ۲۰۰ و ۴۴۷ برآورد می‌شود. درخصوص ملزومات نرم‌افزاری نیز میزان نیاز به IOS، دیواره آتش، ابزار مدیریت مسیریاب‌ها، سرورهای DNS، حافظه‌های فراخوانی و مرکز عملیات شبکه (NOC) برآورد شده است.

به‌منظور تخمین هزینه سرمایه‌گذاری لازم، قیمت نوعی انواع درگاه مسیریاب‌ها و نیز تجهیزات جانبی مسیریاب‌ها (مانند Flash Memory، DRAM و ...) و همچنین دیواره‌های آتش و NOC گردآوری و در محاسبات برآورد بکار گرفته شده‌اند [۲۶]. جدول (۱۱) نتایج این برآورد کلی را نشان می‌دهد.

جدول ۸- تخمین پهنای باند مورد نیازکاربران شبکه داده کشور به تفکیک استان‌ها تا پایان سال۱۳۹۰ (برحسب Mbps)

نام استان	پهنای باند موثر ارتباط Dial-up کاربران شخصی	پهنای باندIP کاربران سازمانی دسته اول	پهنای باندIP وزارتخانه‌ها و سایر کاربران سنتی	پهنای باندVPN	پهنای باند کاربران شخصی باند پهن	پهنای باند روز	پهنای باند شب
آذربایجان شرقی	۲۸۸۳	۹۸۵	۱۷۱	۱۵۹۶	۳۲۲۵۳	۹۹۱۹	۳۵۱۶۷
اصفهان	۵۵۷۹	۱۳۷۲	۲۷۹	۱۸۳۲	۳۷۰۰۷	۱۲۱۴۶	۴۲۱۴۶
تهران	۲۱۲۶۵	۲۸۵۸	۶۷۲	۴۴۷۵	۳۲۰۶۵۷	۸۸۸۰۰	۳۴۱۴۲۹
خراسان(رضوی، شمالی و جنوبی)	۵۴۰۹	۱۶۴۹	۳۳۰	۲۷۴۲	۴۵۹۹۴	۱۴۸۰۱	۵۱۴۸۱
خوزستان	۳۱۰۴	۱۰۹۹	۱۶۸	۱۴۵۰	۱۷۰۵۰	۶۳۰۷	۲۰۲۳۷
فارس	۴۸۸۸	۱۲۲۵	۲۵۱	۲۰۱۸	۴۰۷۱۹	۱۲۸۵۵	۴۵۶۴۹
مجموع ۳۰ استان	**۶۴۸۴۳**	**۱۸۹۶۴**	**۴۲۲۷**	**۲۹۰۱۶**	**۵۱۱۸۸۴**	**۱۶۷۰۱۱**	**۵۷۷۴۶۶**

جدول ۹- تخمین ترافیک خروجی مسیریاب‌های واقع در مراکزPC (برحسب Mbps)- استان کهگیلویه و بویراحمد

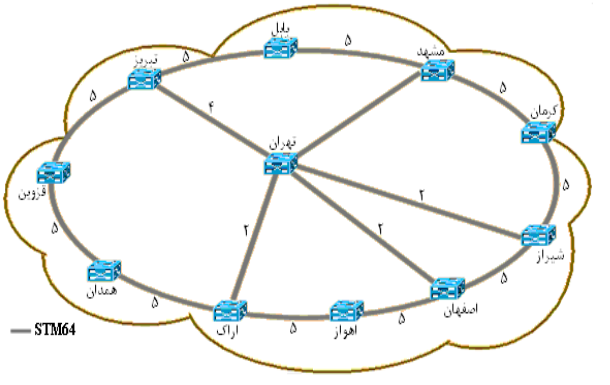
نام استان	مراکز PC	نام شهرستان	ترافیکVPN	ترافیک IP	کل ترافیک خروجی مسیریاب
کهگیلویه و بویراحمد	دوگنبدان	گچساران	۱۰۸	۱۵۵	۲۱۵
	جمع PC		۱۰۸	۱۵۵	۲۱۵
	یاسوج	بویراحمد	۱۶۷	۲۴۴	۳۳۷
		دنا	۵۵	۸۱	۱۱۱
		کهگیلویه	۱۴۴	۲۱۰	۲۹۰
	جمع PC		۳۶۶	۵۳۵	۷۳۸
	جمع کل		۴۷۴	۶۹۰	۹۵۳

۵-۴- شبکه انتقال

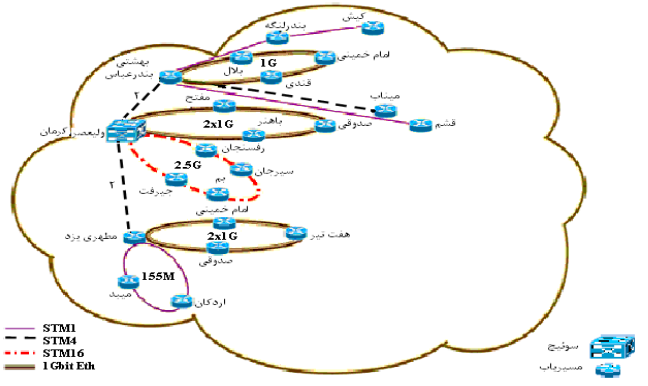
نتایج مطالعات گزارش‌شده در مرجع [۴۰] که در آن شبکه انتقال با استفاده از نرم‌افزار Transportmaker طراحی و تجهیزات مورد نیاز آن برآورد شده، نشان‌دهنده این است که سهم هزینه تجهیزات شبکه انتقال حدود ۱/۱درصد ازکل هزینه تجهیزات شبکه‌های دیگر (تلفنی ثابت، تلفنی همراه و داده) را تشکیل می‌دهد. لازم به یادآوری است که این رقم، فیبر مورد نیاز برای ایجاد شبکه را دربر نمی‌گیرد و صرفاً تجهیزات انتهایی و خط را شامل می‌شود. البته با توجه به سرمایه‌گذاری گسترده‌ای که در شبکه انتقال کشور انجام شده و با توجه به استفاده از فناوری DWDM بنظر نمی‌رسد که در آینده نزدیک نیازی به گسترش شبکه فیبر درکشور باشد. به این ترتیب میزان سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات شبکه انتقال (بدون درنظر گرفتن فیبر) با توجه به نتایج بدست‌آمده در سه قسمت قبل از این بخش، ۶۲۰ میلیارد ریال برآورد می‌شود.

۵-۵- شبکه دسترسی

در این قسمت، برآورد هزینه سرمایه‌گذاری لازم در بخش دسترسی از شبکه‌های تلفنی ثابت و داده، با توجه به تخمین تعداد مشترکین شبکه‌های ارتباطی تا پایان سال ۱۳۹۰ ارائه خواهد شد. لازم بذکر است که در شبکه تلفنی همراه، بخش BSS نقش بخش دسترسی را ایفا می‌کند،که برآورد مربوط به آن در بخش (۵ - ۲) ارائه شد. دسترسی به شبکه تلفنی ثابت به یکی از سه روش "کابل زوجی"، "بی‌سیم" و "نوری" انجام می‌شود [۴۲، ۴۱]. در این برآورد با توجه به مرور مدل‌های دسترسی در جهان [۴۷ - ۴۳] و نیز سیاست‌های شرکت مخابرات ایران در برنامه‌های توسعه، سهم مدل‌های دسترسی به شبکه تلفنی ثابت نیز برای سه روش مذکور به‌ترتیب ۴۰، ۲۵ و ۳۵ درصد درنظر گرفته شده است.



شکل ۲- همبندی پیشنهادی شبکه داده در سطح لایه هسته



شکل ۳- همبندی پیشنهادی شبکه داده در سطح لایه ۵ توزیع

بررسی اقلام عمده مصرفی در مدل دسترسی کابل زوجی (مانند سیم دوبل، سیم رانژه، کابل MDF، انواع کابل و بست و اتصالات) به‌همراه نیاز هر مشترک (که از مرور عملیات چهار ساله شرکت مخابرات استان تهران با میانگین‌گیری روی مصارف سال‌های ۸۶ - ۱۳۸۳ بدست آمده)، و نیز میانگین هزینه تأمین اقلام مذکور، نشانگر هزینه سرانه ۱/۲میلیون ریال در این مدل است [۳۳].

در استفاده از مدل بی‌سیم، به‌عنوان نمونه WLL، نیز می‌توان اجزایی مانند ایستگاه پایه و CPE را از عوامل اصلی هزینه دانست، که معادل ۶۰۰ هزار ریال به‌ازای هر مشترک برآورد می‌شود [۴۸].

در مدل دسترسی نوری نیز با توجه به اضافه‌شدن کافوی نوری از نوع درون بنا[۱۶] یا برون بنا[۱۷] و نیز افزوده‌شدن هزینه کابل نوری بین مرکز وکافوی نوری، و در مقابل کاهش طول کابل مسی، هزینه سرانه ۸۵۰ هزار ریال برآورد می‌شود [۳۳].

بر این اساس در جدول (۱۲)، به‌عنوان نمونه، برآورد سرمایه‌گذاری برای شبکه دسترسی تلفنی ثابت استان‌هایی که افزایش بیش از ۵۰۰ هزار مشترک تلفنی ثابت را در فاصله سال‌های ۹۰-۱۳۸۷ دارند، با فرض توزیع مذکور برای سه مدل دسترسی ارائه شده است. البته با توجه به هدف کلی این مقاله، برآورد کلی هزینه در سطح کشور در ادامه محاسبات بکار گرفته خواهد شد، هرچند که ارقام هزینه‌ای مربوط به استان‌ها، با توجه به شرایط جغرافیایی مختلف، لزوماً با ارقام مذکور در جدول (۱۲) مطابقت کامل را ندارد. لذا هزینه سرمایه‌گذاری برای تجهیزات و اقلام عمده شبکه دسترسی تلفنی ثابت کشور (با صرف‌نظر از هزینهٔ دستگاه‌های تلفن سیمی و بی‌سیم مشترکین که جزو بازار الکترونیک مصرفی است)، در بازه زمانی ۹۰-۱۳۸۷، ۱۲۸۵۵میلیارد ریال برآورد می‌شود. در مورد شبکه دسترسی داده نیز با توجه به اطلاعات بخش (۵-۳)، می‌توان با دسته‌بندی کاربران شبکهٔ داده به چهار گروه معرفی‌شده در جدول (۱۳)، تعداد هر یک را نیز تعیین کرد.

پروفایل توزیع مدل‌های دسترسی برای متقاضیان پهنای باندهای مختلف نیز در جدول (۱۴) پیشنهاد شده است [۴۷ - ۴۳]. با بررسی اطلاعات مربوط به هزینه سرمایه‌ای لازم برای اجرای شبکه‌های دسترسی مختلف، میزان سرمایه‌گذاری لازم در بخش دسترسی شبکه داده به تفکیک مدل‌های دسترسی در بازه زمانی سال‌های ۹۰ - ۱۳۸۷ نیز در قالب جدول (۱۵) ارائه شده است. لازم به یادآوری است که در حالت"پهنای باند کم"، هزینه تجهیزات شبکه دسترسی در بخش "دسترسی به شبکه تلفنی ثابت" درنظر گرفته شده است. لذا هزینه سرمایه‌گذاری برای بخش دسترسی شبکه داده نیز (با صرف‌نظر از هزینه مودم مشترکین Dial-up) در بازه زمانی برنامه، بالغ بر ۲۸۸ میلیارد ریال برآورد می‌شود.

جدول ۱۰- تعداد درگاه‌های مورد نیاز مسیریاب‌ها از انواع واسط‌ها تاپایان سال ۱۳۹۰

نام استان	E1 Channelized	E1	STM1 Channelized	STM1	STM4	STM16	STM64	1GbE	10GbE
آذربایجان‌شرقی	۳۴۰۹	۲۱۰	۲۵۵	۰	۰	۱۸	۱۶	۰	۲۸
آذربایجان‌غربی	۱۲۸۱	۷۸	۲۸	۰	۰	۱۲	۰	۹	۰
اصفهان	۳۱۴۲	۱۷۳	۳۲۹	۰	۲	۱۴	۱۴	۰	۳۷
تهران	۲۳۵۶۴	۱۲۹۴	۲۴۳۹	۷	۰	۱۲	۱۳	۰	۹۰۹
خراسان (رضوی، شمالی و جنوبی)	۳۸۴۸	۲۰۷	۳۶۶	۹	۰	۲۴	۱۲	۰	۳۷
خوزستان	۳۴۲۹	۱۷۳	۱۰۴	۲۱	۱۰	۱۶	۱۲	۰	۱۸
فارس	۳۲۹۵	۲۴۴	۴۰۳	۱۲	۳	۱۶	۱۴	۰	۳۷
کرمان	۸۴۶	۴۷	۲۱	۰	۵	۱۲	۱۲	۹	۰
مجموع ۳۰ استان	**۵۳۰۴۵**	**۲۸۵۲**	**۴۲۶۸**	**۸۳**	**۶۷**	**۱۷۱**	**۱۳۹**	**۲۳۰**	**۱۰۸۶**

جدول ۱۱- برآورد هزینه سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات شبکه داده کشور دربازه سال‌های ۹۰ - ۱۳۸۷

اقلام و تجهیزات مورد نیاز	برآورد هزینه (میلیون دلار)
انواع درگاه‌های مسیریاب‌ها	۴۰۴
سایر تجهیزات مسیریاب‌ها	۲۹
ملزومات نرم‌افزاری	۸۲
مجموع	**۵۱۵**

جدول ۱۲- برآورد میانگین هزینه سرمایه‌گذاری برای شبکه دسترسی تلفنی ثابت کشور در بازه سال‌های ۹۰ - ۱۳۸۷

استان	میزان افزایش تعداد مشترکین (هزار شماره)	هزینه تجهیزات و اقلام شبکه دسترسی به تفکیک مدل‌ها (میلیارد ریال)		
		کابل زوجی	بی‌سیم	نوری
آذربایجان‌شرقی	۸۲۵	۳۹۶	۱۲۴	۲۴۵
اصفهان	۱۰۵۱	۵۰۵	۱۵۸	۳۱۳
تهران	۴۰۶۰	۱۹۴۹	۶۰۹	۱۲۰۸
خراسان(رضوی، شمالی و جنوبی)	۱۱۳۰	۵۴۲	۱۶۹	۳۳۶
خوزستان	۵۲۲	۲۵۱	۷۸	۱۵۵
فارس	۷۷۸	۳۷۴	۱۱۷	۲۳۲
مازندران	۷۶۰	۳۶۵	۱۱۴	۲۲۶
مجموع ۳۰ استان	**۱۳۸۵۸**	**۶۶۵۳**	**۲۰۷۹**	**۴۱۲۳**

جدول ۱۳- دسته‌بندی کاربران شبکه داده و تخمین تعداد هر یک از گروه‌های کاربر در کشور تا پایان سال ۱۳۹۰

تعداد گروه‌های متقاضی (هزار "خانه و دهستان/ مرکز")			
پهنای باند کم (<64 KBPS)	پهنای باند متوسط (128 KBPS-1 MBPS)	پهنای باند بالا (2-16 MBPS)	پهنای باند بسیار بالا (>16 MBPS)
۵۵۳۳/۷	۷۰/۷	۳/۰	۱/۳

جدول۱۴- پروفایل توزیع مدل‌های دسترسی مناسب برای متقاضیان پهنای باندهای مختلف در شبکه داده

نام دسته پهنای باندی	کم	متوسط		بالا			بسیاربالا
روش دسترسی	Dial-up	ADSL	بی‌سیم	VDSL	بی‌سیم	ماهواره‌ای	نوری	نوری
ضریب بکارگیری فناوری	۱۰۰	۷۰	۳۰	۳۰	۲۰	۱۰	۴۰	۱۰۰

جدول ۱۵- هزینه‌های سرمایه‌ای بخش دسترسی شبکه داده کشور به تفکیک مدل‌های دسترسی در فاصله سال‌های ۹۰-۱۳۸۷ (میلیارد ریال)

پهنای باند متوسط		پهنای باند بالا				پهنای باند بسیار بالا
ADSL	بی‌سیم	VDSL	بی‌سیم	ماهواره‌ای	نوری	نوری
۶۴/۴	۱۸۲/۰	۵/۵	۵/۱	۰/۵	۱۰/۱	۲۰/۹

بدین‌ترتیب هزینه کل سرمایه‌گذاری در بخش دسترسی شبکه‌های تلفنی ثابت و داده در بازه سال‌های ۹۰ - ۱۳۸۷ قریب به ۱۳۱۴۴ میلیارد ریال تخمین زده می‌شود.

با توجه به نتایج ارائه‌شده در بندهای (۵ - ۱) تا (۵ - ۵)، برآورد هزینه سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات مخابراتی در بازه سال‌های۹۰ - ۱۳۸۷، معادل ۷۰۱۷۱ میلیارد ریال، با تفکیک ارائه‌شده در جدول (۱۶)، می‌باشد.

جدول ۱۶- برآورد بازار تجهیزات شبکه‌های ارتباطی در بازه سال‌های ۹۰ - ۱۳۸۷

برآورد بازار تجهیزات شبکه (میلیارد ریال)				
تلفنی ثابت	تلفنی همراه	داده	انتقال	دسترسی
۵۵۱۷	۴۵۷۴۰	۵۱۵۰	۶۲۰	۱۳۱۴۴

۶- برآورد هزینه سرمایه‌گذاری برای OSS در بخش مخابرات

همان‌گونه که می‌دانیم چهارچوب eTOM که توسط TMF ارائه و ITU-T نیز آن را در قالب M.3050 استاندارد کرده است [۵۳-۴۹]، ساختار مرجعی را برای دسته‌بندی تمام فعالیت‌های تجاری فراهم‌کنندگان سرویس‌های مخابراتی و نیز زبان تجاری پایه‌ای را برای توسعه، یکپارچه‌سازی سیستم‌های پشتیبان عملیات (OSS) [۵۴] و کسب‌وکار ارائه‌کننده سرویس مطرح می‌کند. لذا با توجه به اهمیت OSS در شبکه‌های نسل آتی [۵۵]، در ادامه این مقاله به برآورد هزینه سرمایه‌گذاری لازم برای این سیستم (به تفکیک NMS و CCBS) خواهیم پرداخت.

در این راستا، با توجه به معیارهای جهانی، سهم بازار OSS (مشتمل بر NMS و CCBS) کشور به‌صورت درصدی از بازار تجهیزات مخابراتی (که در بخش پنجم مقاله در قالب پنج شبکه "تلفنی ثابت"، "تلفنی همراه"، "داده"، "انتقال" و "دسترسی" برآورد شد) تعیین می‌شود.

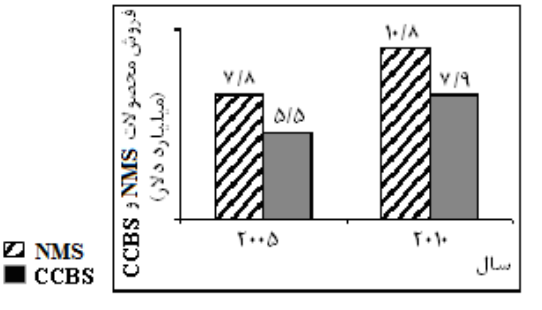
بدین‌منظور پیش‌بینی بازار جهانی محصولات OSS (در تمامی بخش‌ها مشتمل بر بخش مخابرات)، در فاصلهٔ سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۵ میلادی در جدول (۱۷) آورده شده است [۵۶].

جدول ۱۷- پیش‌بینی میزان فروش جهانی محصولات OSS در سال‌های ۲۰۱۰- ۲۰۰۵ (میلیارد دلار)

سال	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰
فروش	۱۳/۳	۱۴/۴	۱۵/۱	۱۶/۳	۱۷/۵	۱۸/۷

از سوی دیگر، بازار جهانی تجهیزات مخابراتی در سال ۲۰۰۵ میلادی معادل ۱۹۷/۶میلیارد دلار بوده و تخمین زده می‌شود که در سال ۲۰۱۰ به ۴۴۶/۹میلیارد دلار برسد [۵۶]. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، روند سهم بازار OSS (در تمامی بخش‌ها، مشتمل بر مخابراتی و غیرمخابراتی) از بازار تجهیزات مخابراتی در فاصله سال‌های مذکور، نزولی خواهد بود و از ۶/۷۳ درصد در سال ۲۰۰۵ به ۴/۱۸درصد در سال ۲۰۱۰ می‌رسد، که یکی از دلایل آن لزوم تأمین سیستم‌های OSS در سال‌های ابتدایی بازه، برای شبکه‌هایی که هنوز تجهیز نشده‌اند (و عدم نیاز به سرمایه‌گذاری بیشتر با توجه به دوره عمر نرم‌افزارها تا سال ۲۰۱۰ میلادی) می‌باشد. سهم هزینه‌ای OSS در بخش مخابرات در مقایسه با بازار تجهیزات مخابراتی جهان نیز در سال ۲۰۰۵، ۹/۸٪ بود [۵۶]. بر این اساس با درنظر گرفتن سهم مذکور برای کشور، در ادامه محاسبات و اعمال این درصد به بازار کل ۷۰/۱۷تریلیارد ریالی تجهیزات مخابراتی، رقم ۶۸۷۷ میلیارد ریال به‌عنوان هزینه سرمایه‌گذاری برای OSS، مشتمل بر NMS و CCBS، در فاصلهٔ سال‌های ۹۰-۱۳۸۷ در کشور برآورد می‌شود.

اگر بخواهیم سهم این بازار را نیز بین سیستم‌های NMS و CCBS تفکیک کنیم، می‌توان مجدداً آمار جهانی را در این مورد، ملاک کار قرار داد. در این مورد حجم بازار محصولات NMS و CCBS در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ در شکل (۴) نشان داده شده است [۵۶].



شکل ۴- میزان فروش محصولات NMS و CCBS در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ میلادی

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، سهم NMS از این بازار در سال‌های مذکور قریب به ۵۸٪ است. بدین‌ترتیب از تخمین ۶۸۷۷میلیارد ریالی بازار OSS در شبکه‌های ارتباطی کشور در فاصله سال‌های۹۰-۱۳۸۷، بازار ۳۹۸۹ میلیارد ریالی برای سیستم‌های مدیریت شبکه (NMS) و بازار ۲۸۸۸ میلیاردریالی برای سیستم‌های امور مشتریان و صدور صورت‌حساب (CCBS) برآورد می‌شود.

۷- نتیجه‌گیری

در این مقاله تخمین هزینه سرمایه‌گذاری برای تجهیزات شبکه‌های ارتباطی در فاصله سال‌های ۹۰-۱۳۸۷ با بکارگیری مدل تخمین تقاضای کاب- داگلاس برای سرویس‌های تلفنی ثابت و همراه و نیز برآورد تعداد کاربران شخصی و سازمانی سرویس داده در کشور، به‌صورت مبتنی‌بر طراحی شبکه‌ها و نیز با توجه به هزینه بکارگیری تجهیزات و فناوری‌های مختلف، بالغ بر ۷۰/۱۷هزارمیلیارد ریال و با تفکیک ارائه‌شده در جدول (۱۶) بدست آمد. به‌همین ترتیب هزینه سرمایه‌گذاری برای سیستم‌های پشتیبان عملیات (OSS) برآورد شد. هزینهٔ مذکور به صورت درصدی از بازار تجهیزات مخابراتی، به میزان ۶/۸۸ هزار میلیارد ریال تخمین زده شد. در این راستا، سهم بازار سیستم‌های مدیریت شبکه (NMS) در فاصله سال‌های مذکور ۳/۹۹ هزار میلیارد ریال و سهم بازار سیستم‌های امور مشتریان و صدور صورتحساب (CCBS) ۲/۸۹ هزارمیلیارد ریال برآورد شد.

۸- فهرست اختصارات

ADSL: Asymmetric DSL
ANN: Artificial Neural Network
AoD: Audio on Demand
AS: Adaptive Smoothing
BoD: Bearer on Demand
BSC: Base Station Controller
BSS: Base Station Subsystem
BTS: Base Transceiver Station
BW (E): Enterprise Bandwidth
BW(R): Residential Bandwidth
CAGR: Compound Annual Growth Rate
CCBS: Customer Care & Billing System
CPE: Customer Premises Equipment
DDF: Digital Distribution Frame
DNS: Domain Name Server
DSL: Digital Subscriber Line
DWDM: Dense Wavelength Division Multiplexing
ES: Exponential Smoothing
eTOM: enhanced Telecom Operations Map
GNI: Gross National Income
GPRS: Global Packet Radio Service
HDSL: High bit rate DSL
HLR: Home Location Register
HSL: High Speed Link
IN: Intelligent Network
IOS: Internetworking Operating System
IP: Internet Protocol
IP-TV: Internet Protocol-Television
ISMN: Iranian Switching Management Network
ITMN: Iranian Transmission Management Network
ITU: International Telecommunication Union
ITU-T: ITU-Telecom sector

LSL: Low Speed Link
MDF: Main Distribution Frame
MOC: Mobile Originating Call
MSC: Mobile Switching Center
MTC: Mobile Terminating Call
NGN: Next Generation Network
NMS: Network Management System
NOC: Network Operation Center
NSS: Network Switching Subsystem
OAM: Operation and Maintenance
OLS: Ordinary Least Squares
OSS: Operation Support System
PC: Primary Center
PLMN: Public Land Mobile Network
POC: PSTN Originating Call
PSTN: Public Switched Telephony Network
SC: Secondary Center
SMS: Short Message Service
SMSC: SMS Center
STM: Synchronous Transmission Module
STP: Signaling Transfer Point
SVM: Support Vector Machine
TMF: Telecommunication Management Forum
TRX: Transmitter-Receiver
TSC: Transit Switching Center
VDSL: Very high bit rate DSL
VLR: Visitor Location Register
VMS: Voice Message Service
VMSC: VMS Center
VoD: Video on Demand
VoIP: Voice over Internet Protocol
VoP: Voice over Packet
VPN: Virtual Private Network
WLL: Wireless Local Loop
WWW: World Wide Web

۹– مراجع

[1] K.T. Duffy-Deno; **"Demand for Additional Telephone Lines: An Empirical Note"** Information Economics and Policy, Vol. 13, pp. 283 - 299, 2001.

[2] K. Milis, R. Mercken; **"Success Factors Regarding the Implementation of ICT Investment Projects"** International Journal of Production Economics, Vol. 80, pp. 105 -117, 2002.

[3] M. Hamoudia, T. Islam; **"Modelling and Forecasting the Growth of Wireless Messaging"** Telektronikk, Vol. 4, pp. 64 - 69, 2004.

[4] C. Forman, A. Goldfarb, S. Greenstein; **"Geographic Location and the Diffusion of Internet Technology"** Electronic Commerce Research and Applications, Vol. 4, pp. 1 - 13, 2005.

[5] S.J. Savage, D. Waldman; **"Broadband Internet Access, Awareness, and Use: Analysis of United States Household Data"** Telecommunications Policy, Vol. 29, pp. 615 - 633, 2005.

[6] G. Ersdal, T. Aven; **"Risk Informed Decision-Making and Its Ethical Basis"** Reliability Engineering & System Safety, Vol. 93, pp. 197 - 205, 2008.

[7] **"Service and Traffic Forecasting"** ITU Seminar, November 2002 (www.itu.int/ITU-D/tech/network-infrastructure/Bangkok-02/3-2.pdf).

[8] **"Network Planning: Supporting Network Planning Tools"** ITU/BDT Workshop, October 2003 (www.itu.int/ITU-D/tech/network-infrastructure/...03/.../5.4_Soto.pdf).

[9] **"Telecom Service Providers Increasing Capital Expenditures"** 2006 (www.broadbandproperties.com/2006issues/.../augfirstmile.pdf).

[10] **"2007 South Asian-Telecom Statistics and Market Overview"** October 2007 (www.prlog.org/10038388-south-east-asian-telecom-statistics-and-market-overview-report-2007.html).

[11] **"Building Russia's Telecom Networks-Opportunities, Challenges and Solutions"** February 2009 (www.ecitele.com/.../Building_Russia_Telecom_Networks_Opportunities_Challenges_Solutions.pdf).

[12] **"Czech Republic-Telecoms, Mobile, Broadband and Forecasts"** July 2009 (www.reportlinker.com/.../Czech-Republic-Telecoms-Mobile-Broadband-and-Forecasts.html).

[13] D.K. Kanamugire; **"Demand-Based Capacity Planning of Mobile Cellular Networks in Africa"** November 2009 (libserv5.tut.ac.za:7780/pls/eres/wpg_docload.download_file?p...).

[14] J. Gattuso, N. Michel; **"Are U.S. Telecom Networks Public Property?"** Backgrounder, Number 1745, 8 April 2004 (www.heritage.org/Research/InternetandTechnology/upload/61418_1.pdf).

[15] **"Investment, Capital Spending and Service Quality in U.S. Telecommunications Networks: A Symbiotic Relationship"** November 2002,

(www.tiaonline.org/gov_affairs/fcc.../Nov13-2002_CapEx_QoS_Final.pdf).

[16] V. Mahajan, E. Muller, F.M. Bass; **"New Product Diffusion Models"** in Marketing, North-Holland, pp. 349 - 408, 1993.

[17] N. Meade, T. Islam; **"Technological Forecasting-Model Selection, Model Stability and Combining Models"** Management Science, Vol. 44, pp. 1115 - 1130, 1998.

[18] N. Meade, T. Islam; **Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners**, Kluwer Academic, pp. 577 - 595, 2001.

[19] P.S. Meyer, J.W. Yung, J.H. Ausubel; **"A Primer on Logistic Growth and Substitution: The Mathematics of the Loglet Lab Software"** Technological Forecasting and Social Change, Vol. 61, pp. 247 - 271, 1999.

[20] J.W. Yung, P.S. Meyer, J.H. Ausubel; **"The Loglet Lab Software: A Tutorial"** Technological Forecasting and Social Change, Vol. 61, pp. 273 - 295, 1999.

[21] Eurescom P901 Project Report; **"Investment Analysis Modelling, Deliverable 2, Annex B (Market Modelling)"** August 2000.

[22] J. Shahrabi, S.S. Mousavi, M. Heydar; **"Supply Chain Demand Forecasting: A Comparison of Machine Learning Techniques and Traditional Methods"** Journal of Applied Sciences, Vol. 9, pp. 521 - 527, 2009.

[۲۳] شیخان، منصور؛ کلانتری، محمد اسماعیل؛ **"تخمین تعداد مشترکین سرویس‌های مخابراتی در کشور برای سال-های آتی"** نشریه علمی – پژوهشی مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر ایران، (۲)۶ صفحات ۱۱۸ – ۱۱۱، ۱۳۸۷.

[۲۴] شیخان، منصور؛ کلانتری، محمد اسماعیل؛ **"برآورد بازار تجهیزات سوئیچ شبکه تلفنی ثابت کشور با ملاحظات گذار به NGN بر اساس پیش‌بینی مدل کاب – داگلاس برای تقاضا"** نشریه علمی – پژوهشی استقلال، (۱)۲۷، صفحات ۱۶ - ۱، ۱۳۸۷.

[۲۵] شیخان، منصور؛ کلانتری، محمد اسماعیل؛ **"برآورد هزینه سرمایه‌گذاری برای تجهیزات شبکهٔ تلفنی همراه کشور براساس پیش‌بینی تقاضای مدل کاب – داگلاس"** پذیرفته‌شده برای چاپ در نشریه علمی – پژوهشی مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر ایران، ۱۳۸۷.

[۲۶] شیخان، منصور؛ کلانتری، محمد اسماعیل؛ **"برآورد تعداد کاربران و بازار تجهیزات شبکه داده کشور در سال‌های آتی"** فصلنامه فناوری و آموزش - دانشگاه شهید رجایی، (۳)۱، صفحات ۱۴۶-۱۳۱، ۱۳۸۶.

[27] F. Giordano, M. La Rocca, C. Perna; **"Forecasting Nonlinear Time Series with Neural Network Sieve Bootstrap"** Computational Statistics & Data Analysis, Vol. 51, pp. 3871 - 3884, 2007.

[28] W.A. Fuller; **Introduction to Statistical Time Series**, John Wiley, 1974.

[29] D.G. Loomis, C.M. Swann; **"Telecommunications Demand Forecasting with Intermodal Competition-A Multi-Equation Modeling Approach"** Telektronikk, Vol. 4, pp. 180 - 184, 2004.

[۳۰] **"سالنامه‌های آماری کشور"** مرکز آمار ایران، ۸۶-۱۳۷۶.

[۳۱] **"آمار تعداد مشترکین و تعرفه‌ها"** شرکت مخابرات ایران، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه، اداره اطلاعات و آمار، ۸۶-۱۳۷۶.

[۳۲] **"قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران"** سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۸۳ (www.mporg.ir/barnameh4/ghanon-b4-26mehr.pdf).

[۳۳] **"اطلاعات مالی شرکت‌های تابعه و استان‌ها"** شرکت مخابرات ایران، ۱۳۸۶.

[34] E. Weis; **"EUROSCOM Project P1117 Report: Future Access Networks (FAN), IP Based Access Technologies and QoS"** May 2003.

[۳۵] **"آمار کاربران اینترنت در سال‌های اخیر"** شرکت فناوری اطلاعات، ۱۳۸۴.

[۳۶] **"سالنامه‌های آماری استان‌ها"** مرکز آمار ایران، ۸۶-۱۳۷۷.

[37] M. Liotine; **Mission-Critical Network Planning**, Artech House, 2003.

[38] **"Data Communication Network Planning Guide"** 2004 (www130.nortelnetworks.com).

[39] International Telecommunication Union (ITU); **"Telecom Indicators"** 2006.

[۴۰] پاکروان، محمدرضا؛ شیخان، منصور؛ کلانتری، محمد اسماعیل؛ مجد، آرش؛ جلالی، محمد؛ زاهدی، آرش؛ امامی آرندی، هادی؛ گزارش **"طرح توسعه شبکه انتقال کشور و برآورد بازار تجهیزات مربوط"** طرح ملی ارزیابی بازار داخلی صنعت مخابرات، وزارت صنایع و معادن، مرکز صنایع نوین، ۱۳۸۴.

[41] **"Broadband Technology Classification"** Clear Advantage & Associates, 2003,

(www.inovatech-powerline.com/.../clear-advantage-broadband-costing-study.pdf/Table 12).

[42] **"Aurora Fiber-to-the-Home Case Study"** August 2006 (www.mmv.vic.gov.au).

[43] **"Development of Broadband Access in Europe: The Challenges in Rural and Remote Areas"** Roland Montagne, December 2004 (www.telenor.no/broadwan/...CD/.../Montagne_BBEurope2004_Paper.pdf).

[44] Kunal Bajaj; **"Broadband India: Recommendations on Accelerating Growth of Internet and Broadband Penetration"** April 2004.

[45] Department of Communications, Information Technology and the Arts, **"Broadband in Regional Australia: Making a Difference"** June 2007 (www.telinfo.gov.au/__data/assets/.../06020040_CC_CaseStudies_web.pdf).

[46] **"Case Study: Broadband the case of South Africa"** ITU-T Regulatory Implications of Broadband Workshop, December 2002 (www.itu.int/osg/spu/ni/broadband/workshop/southafricafinal.pdf).

[47] **"Prompting Broadband: The Case of Iceland"** ITU-T Regulatory Implications of Broadband Workshop, April 2003 (www.itu.int/osg/spu/ni/promotebroadband/casestudies/).

[48] Department of Communications, Information Technology & the Arts, **"Broadband Technology Rollout Costing Study"** November 2003 (www.itu.int/osg/spu/ni/promotebroadband/casestudies/).

[49] ITU-T Recommendation M.3050.0; **"Enhanced Telecom Operations Map (eTOM) – Introduction"** 2004.

[50] ITU-T Recommendation M.3050.1; **"Enhanced Telecom Operations Map (eTOM) – The Business Process Framework"** 2004.

[51] ITU-T Recommendation M.3050.2; **"Enhanced Telecom Operations Map (eTOM) – Process Decompositions and Descriptions"** 2004.

[52] ITU-T Recommendation M.3050.3; **"Enhanced Telecom Operations Map (eTOM) – Representative Process Flows"** 2004.

[53] ITU-T Recommendation M.3050.4; **"Enhanced Telecom Operations Map (eTOM) – Using B2B Inter-Enterprise Integration with the eTOM"** 2004.

[54] **"Effective Use of Network Management Software (NMS) and Operational Support Systems (OSS): Focusing on Fault Management, Performance Management and Service Management"** Mind Commerce, August 2009.

[55] **"Next Generation Network OSS/BSS Market and Forecast 2009-2014",** Mind Commerce, February 2009.

[۵۶] شیخان، منصور؛ کلانتری، محمد اسماعیل؛ **"ویژگی سیستم‌های مدیریت شبکهٔ نسل آتی و دسته‌بندی تطبیقی نرم‌افزارها و برآورد بازار مربوط در بخش مخابرات کشور"** مجموعه مقالات دومین همایش ملی مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات، صفحات ۱۴۳ - ۱۲۶، بهمن ۱۳۸۶.

۱۰– پی‌نوشت‌ها

1- Logistic+Wavelet
2- Cobb-Douglas
3- Configuration
4- Box-Jenkins
5- Line
6- Trunk
7- Economy of scale
8- Blocking
9- Killer application
10- Topology
11- Gateway
12- Router
13- Core
14- Distribution
15- Ports
16- Indoor
17- Outdoor